



TITLE:

貯水池の土砂動態予測手法の高度化とその応用(Abstract_要旨)

AUTHOR(S):

久保田, 踊児

CITATION:

久保田, 踊児. 貯水池の土砂動態予測手法の高度化とその応用. 京都大学, 2017, 博士(工学)

ISSUE DATE:

2017-05-23

URL:

<https://doi.org/10.14989/doctor.k20575>

RIGHT:

許諾条件により要旨は2017-06-01に公開

京都大学	博士（工学）	氏名	久保田 踊児
論文題目	貯水池の土砂動態予測手法の高度化とその応用		
<p>（論文内容の要旨）</p> <p>ダム貯水池の堆砂問題は、流域全体の総合的な土砂管理を考える上で今後増々重要となる．本論文は貯水池の堆砂予測の高度化を目的に三次元の流動・河床変動解析モデルを構築し、種々の堆砂対策手法の内、主に土砂バイパス施設における分派施設および土砂バイパストンネル内の土砂動態に関する一連の検討を行い、効率的な排砂・放流設備運用に有用となる知見を得ることを目的としたものである．論文は6章から構成されている．</p> <p>第1章は序論であり、全国のダムの堆砂の現状および貯水池の堆砂の性状を説明した上で、貯水池の持続性と流砂系の連続性の両立を目的とした堆砂対策手法に関わる本研究の目的を示している．</p> <p>第2章では、貯水池の数値計算に関する既往研究について示している．貯水池はダムの上下流の河川区間とダムによってできる貯水池の湛水区間からなり、貯水量が少ない場合は河川と同様の流況となり、河川が湾曲している場合には、湾曲内岸部における砂州の形成や湾曲外岸部における深掘れおよび側方侵食現象等が発生する．逆に貯水量が多い場合は、湛水区間における密度流の発生、堆砂肩の形成、細粒土砂の集積・捕捉等の貯水池特有の現象が発生する．流動、土砂輸送および河床変動に関する共通事項は多いものの、河川の流動と河床変動に関する研究とダム貯水池の流動・河床変動に関する研究は必ずしも統合的に行われていない．上記を勘案し、本章では河川の流動・河床変動計算手法と貯水池の流動・河床変動計算手法の双方を示した上で本研究の位置付けを示している．</p> <p>第3章では、既存の非静水圧三次元密度流解析モデルに対し、本研究で提案する数値解析モデルを示しており、形態別の流砂量、流砂の連続式による河床変化、堆積・侵食を考慮した河床材料の粒度分布の変化、水中安息角に応じた側方侵食（土砂のずり落ち）など、種々の河床変動の計算過程を組み込むことにより、三次元の流況・河床変動モデルを構築している．地形の表現に FAVOR (Fractional Area/Volume Obstacle Representation) 法を用い、河床変動時に計算格子の空隙率と境界面の開口率を併せて変化させることによって、地形の変化の影響を直接流動場へ反映させる点に本解析手法の特徴がある．構築したモデルを用いて水制工を設置した開水路の洗掘実験との比較検証を行い、水制周辺で発生する馬蹄形渦等の三次元性の強い特徴的な流れを再現した上で、流れによって発生する地形変化を比較し、構築した解析モデルの適用性および有効性を示している．</p> <p>第4章では、構築したモデルを用いて貯水池の土砂バイパス施設に対する検討を行っている．既往の水理模型実験結果を用いて解析モデルの比較・検証を行ってその有効性を確認した上で、分派堰の切り欠き幅、流量、土砂の粒径を変化させた予測解析を行い、流量と土砂の分派特性（分派比）を明らかにしている．次に、小渋ダムの土砂バイパス施設を対象に河床変動解析を実施し、土砂バイパス呑口周辺の流動および河床変動現象について把握するとともに、堆砂位と土砂の排砂量や分派効率の変化、さらに、土砂バイパスを通じて効率的に排砂を行う為の方策を提示している．</p> <p>第5章では、構築したモデルを新宮川水系旭ダムの土砂バイパストンネルに適用し、</p>			

京都大学	博士（工学）	氏名	久保田 踊児
<p>トンネル内の砂礫の移動について検討している．得られた三次元の流況計算結果を用いて，砂礫の粒径に対応した抗力，重力，浮力，揚力等の種々の外力を考慮した粒子追跡計算を行い，バイパストンネル内の砂礫の移動を予測している．トンネル内の砂礫は流体力の影響を大きく受けて流下経路が変化し，大きな粒径の砂礫ほど，抗力の影響で分布範囲が広がるとともに，トンネルの湾曲部内岸側に移動する現象を再現することに成功している．解析によって得られた砂礫の移動経路は，トンネル内の既往の摩耗実績による侵食範囲と概ね一致しており，本解析手法がトンネル内の摩耗箇所の予測に有効であることを示している．</p> <p>第6章は本論文の結論であり，本研究で得られた技術的知見を総括し，本研究の成果を適用する際の留意点や今後の研究の展望について述べている．</p>			

(論文審査の結果の要旨)

本論文は、三次元性の強い流れに伴う土砂移動・河床変動現象へ適用可能な三次元の流況・河床変動解析モデルを構築するとともに、構築したモデルを実際のダムの上砂バイパス事例へ適用して排砂時の土砂動態について検討し、効率的な排砂・放流設備運用に有用な知見を得ることを目的としたものである。論文は6章から構成されている。

第1章は序論であり、現在のダムの堆砂問題を改善する為の種々の堆砂対策手法の現状に対する研究の目的を示している。

第2章では、貯水池の数値計算に関する既往研究についてレビューし、河川および貯水池の流動・河床変動計算手法の双方を示した上で本研究の位置付けを示している。

第3章では、既存の非静水圧三次元密度流解析モデルに対し、形態別の流砂量、流砂の連続式による河床変化、堆積・侵食を考慮した河床材料の粒度分布の変化、水中安息角に応じた側方侵食など、種々の河床変動の計算過程を組み込んだ三次元の流況・河床変動モデルを構築している。本モデルでは、河床変動計算により、侵食と堆積が発生した場合に、河床高だけでなく河床面が含まれる計算メッシュの各方向の開口率と空隙率も同時に更新することによって、地形の変化を流れの計算に反映させる点に特徴がある。構築したモデルの適用性を確認する為、水制工を設置した開水路の洗掘実験との比較検証を行い、水制周辺で発生する馬蹄形渦等の三次元性の強い特徴的な流れが再現されるとともに、側岸侵食過程の考慮により、土砂のずり落ち、再堆積過程を計算に取り入れた結果、複雑な水制工周りの局所洗掘の再現に成功している。

第4章では、構築したモデルを用いて貯水池の上砂バイパス施設の内、水と土砂の分派施設に対する検討を行っている。既往の水理模型実験に対する検証計算により解析モデルの有効性を確認するとともに、実在するダムの上砂バイパス施設を対象に、施設運用時の土砂バイパス呑口周辺の流動および河床変動現象について把握し、堆砂位と土砂の排砂量や分派効率の変化、更に、効率的に排砂を行う為の運用方策を提示している。

第5章では、構築したモデルを実在するダムの上砂バイパストンネルに適用し、トンネル内の砂礫の移動について検討している。砂礫の挙動を模擬した粒子追跡解析を行い、トンネル内のコンクリートの摩耗深さの範囲が、摩耗深さに影響すると考えられる大粒径の砂礫の移動経路と概ね一致していることを示している。

第6章では、本論文の主要な結論をまとめ、今後の課題について記述している。

本研究は、水理構造物周辺の複雑な流れに伴う河床変動現象を解析可能な三次元の河床変動モデルを構築するとともに、同モデルによる貯水池の排砂施設周辺の土砂移動と河床変動現象の再現・予測に成功しており、特に上砂バイパス施設の運用および維持管理に大いに寄与するものである。よって、本論文は博士(工学)の学位論文として価値あるものと認める。また、平成29年4月24日に、論文内容とそれに関連した事項について試問を行なった結果、申請者が博士後期課程学位取得基準を満たしていることを確認し、合格と認めた。